

Econometria

Introdução à Econometria



Para distrair!!!

Um matemático, um economista teórico e um econometricista são requisitados para achar um gato preto, que não existe, num quarto escuro e fechado.

O Matemático fica louco tentando achar o gato que não existe e vai parar no hospício.

O Economista teórico não consegue achar o gato preto mas sai do quarto dizendo orgulhosamente que pode construir um modelo para descrever todos os movimentos do gato com grande acurácia.

O Econometricista passa uma hora dentro do quarto procurando o gato que não existe e depois sai gritando: "Achei o gato! Achei o gato!"



Introdução

- As implicações de decisões de política econômica, tais como desvalorização cambial, cortes no orçamento público, mudanças na área tributária, fixação de preços mínimos, entre outros, só podem ser discutidas com conhecimento das relações econômicas envolvidas.
- A combinação da teoria econômica e do senso comum pode apontar a natureza qualitativa das

relações, mas para qualquer avaliação quantitativa é necessário uma análise dos dados.



O que é Econometria?

- O termo econometria foi cunhado nos anos 1920 e é descrito pela Sociedade Brasileira de Econometria como o estudo e aplicação de métodos quantitativos em economia e finanças.
- Na prática usa-se estatística aplicada e análise de dados para entender ou prever um problema econômico, ou seja, a econometria "testa" teorias econômicas.
- Esse conhecimento pode ser útil em diversas áreas além das finanças, como no desenvolvimento de políticas públicas eficazes e até marketing e recursos humanos.
- O que a Econometria quer é saber se toda a simplificação que um economista faz para gerar resultados que o levam a acreditar em certos tipos de comportamentos de pessoas, firmas ou países de fato se traduz na realidade.

Alguns Problemas Econômicos

- Avaliar a propensão marginal a consumir, que é a taxa de variação do consumo por variação de uma unidade de renda.
- Avaliar o efeito de uma redução na alíquota do imposto de renda sobre a renda dos trabalhadores.
- Obter uma estimativa para os salários anuais de diretores executivos através do retorno médio sobre o patrimônio líquido (ROE).
- Avaliar os fatores que influenciam na eficiência administrativa dos municípios.

Alguns Problemas Econômicos

- Prever o rendimento de trabalhador do acordo com os anos de escolaridade.
- Entender o índice de tradicionalismo/secularismo de acordo com o nível de escolaridade.



Entendendo melhor a Econometria...

MODELO ECONÔMICO

- O modelo econômico é a formulação teórica de uma relação entre variáveis econômicas.
- A quantidade de tempo gasto na atividade criminosa é uma função de vários fatores (Gary Becker 1968):

$$y=f(x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6, x_7),$$

y = horas gastas em atividades criminosas.

x_1 = “salário” por hora ocupada em atividade criminosa.

x_2 = salário-hora em emprego legal.

x_3 = renda de outras atividades que não o crime ou um emprego legal.

x_4 = probabilidade de ser capturado.

x_5 = probabilidade de ser condenado se capturado.

x_6 = sentença esperada se condenado.

x_7 = idade.

Entendendo melhor a Econometria...

MODELO ECONOMÉTRICO NA PRÁTICA

- Na maioria dos casos, a análise econométrica começa pela especificação de um modelo econométrico, sem consideração de detalhes da criação do modelo econômico.
- É comum começar com um modelo econométrico e usar o raciocínio econômico e conhecimentos científicos como guias para escolher as variáveis.
- Após a especificação do modelo econométrico, várias hipóteses podem ser formuladas em termos das direções e influências dos parâmetros desconhecidos (independentes) sobre a variável de interesse (dependente).
- Após os dados terem sido coletados, os métodos econométricos são usados para estimar os parâmetros do modelo econométrico e para testar as hipóteses de interesse.

$$\text{crime} = \beta_0 + \beta_1 \text{salário} + \beta_2 \text{outrenda} + \beta_3 \text{freqpris} + \beta_4 \text{freqcond} + \beta_5 \text{sentmed} + \beta_6 \text{idade} + u$$

Alguns Conceitos Importantes

- Vamos introduzir alguns conceitos importantes quando lidamos com dados econômicos.
- Esses conceitos serão necessários em algumas aplicações devido à natureza dos dados.
- Por exemplo, nem sempre as relações lineares são suficientes para todas as aplicações com dados econômicos.
- Vamos considerar maneiras de incorporar algumas não-linearidades na análise de regressão.



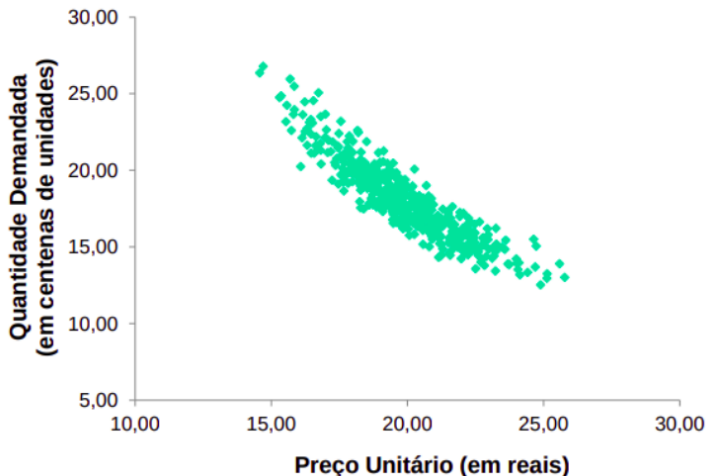
Alguns Conceitos Importantes

- Um Estatístico tem interesse em modelar a relação entre a quantidade demandada de um bem (variável resposta, y) e o seu preço unitário (variável explicativa, x).
- Ainda, em posse de tal modelo, e com base numa amostra coletada ao acaso, o estatístico gostaria de encontrar uma estimativa para a elasticidade preço da demanda por tal bem.
- **PERGUNTA:** O que é **ELASTICIDADE?**



Alguns Conceitos Importantes

- Antes de apresentar o conceito de elasticidade, vamos entender a relação entre as variáveis observando o diagrama de dispersão construído pelo estatístico.



Alguns Conceitos Importantes

- Para obter uma relação linear, o estatístico decide aplicar a transformação log nas variáveis.

Modelo Log-Log

O modelo de regressão

$$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x) + \varepsilon$$

é conhecido na prática como modelo log-log.

Alguns Resultados Úteis

a) **Variação absoluta:** $\Delta x = x_1 - x_0$

b) **Variação relativa:** $\frac{\Delta x}{x_0}$

c) **Variação relativa percentual:** $\% \Delta x = 100 \left(\frac{\Delta x}{x_0} \right)$

d) **Para pequenas variações em x , $100 \Delta \ln(x) \approx \% \Delta x$**

e) **Para $x \approx 0$, $\ln(1 + x) \approx x$**

Modelo Log-Log

Usando os resultados do *slide* anterior, não é difícil ver que, para o modelo

$$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 \ln(x) + \varepsilon$$

a interpretação associada ao parâmetro β_1 pode ser expressa como

$$\frac{\% \Delta E(y | x)}{\% \Delta x} = \beta_1 \quad (\text{elasticidade})$$

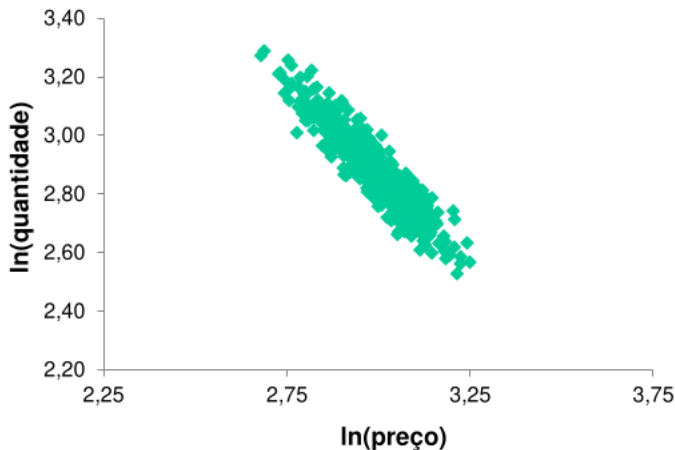
Alguns Conceitos Importantes

- **ELASTICIDADE** é a alteração percentual em uma variável, dada uma variação percentual em outra variável.
- No problema da demanda versus preço, este conceito diz respeito ao quanto de variação na demanda ocorrerá em face a uma variação no preço de um determinado produto.



Alguns Conceitos Importantes

- Observe o diagrama de dispersão após aplicar a transformação log em ambas variáveis. O que você pode concluir?



Alguns Conceitos Importantes

- O estatístico obteve os seguintes resultados para o modelo log-log.

RESUMO DOS RESULTADOS

<i>Estatística de regressão</i>	
R-Quadrado	0.8489
Erro padrão	0.0524
Observações	500

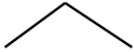
ANOVA

	<i>gl</i>	<i>SQ</i>	<i>MQ</i>	<i>F</i>	<i>F de significação</i>
Regressão	1	7.674	7.6741	2797.40	1.74E-206
Resíduo	498	1.366	0.0027		
Total	499	9.040			

	<i>Coefficientes</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>	<i>95% inferiores</i>	<i>95% superiores</i>
Interseção	6.61	0.07	93.72	2.00E-300	6.47	6.75
ln(preço)	-1.25	0.02	-52.89	1.74E-206	-1.29	-1.20

Alguns Conceitos Importantes

- Assim, a equação estimada fica dada por:


$$\ln(\textit{quantidade}) = 6,61 - 1,25 \ln(\textit{preço})$$

- A estimativa associada ao parâmetro β_1 reflete a **elasticidade**.
- Qual interpretação deve ser dada para a estimativa do parâmetro associado ao regressor, em termos do problema?

Alguns Conceitos Importantes

- Considere agora que o interesse está na modelagem do efeito do tempo de escolaridade (x) no salário-hora de funcionários (y).
- Não faz mais sentido o conceito de elasticidade aqui. E se aplicarmos o logaritmo apenas na variável dependente?

Modelo Log-Nível

O modelo de regressão

$$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

é conhecido na prática como modelo log-nível.

Modelo Log-Nível

Usando os resultados do *slide* anterior, não é difícil ver que, para o modelo

$$\ln(y) = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

a interpretação associada ao parâmetro β_1 pode ser expressa como

$$\frac{\% \Delta E(y | x)}{\Delta x} = 100 \cdot \beta_1 \quad (\text{semi-elasticidade})$$

EXEMPLO

$$\ln(\textit{salario}) = 1,178 + 0,091educ$$

Pergunta: é estimado que cada ano a mais de escolaridade aumente quanto, em média, o salário-hora dos norte-americanos?

Vamos pensar agora no Problema do CONSUMO

PMC - Propensão Marginal a Consumir

A Propensão marginal a consumir mede o quanto se incrementa no consumo de uma pessoa quando há um acréscimo em sua renda disponível em uma unidade monetária.

Se a propensão marginal a consumir é 1, o indivíduo gasta completamente toda a nova renda que adquire.

Se a PMC é 0, então o indivíduo poupa toda a nova renda.

No caso de ser inferior a 1, existe certa propensão marginal a poupar e há uma acumulação de dinheiro seja pela economia como um todo ou individual.

Alguns Conceitos Importantes

Propensão marginal ao consumo (PMC)

A **propensão marginal ao consumo** é o montante adicional que as pessoas consomem quando recebem uma unidade monetária adicional de rendimento. Corresponde à inclinação da curva de consumo, ou seja à derivada da função consumo.

Propensão marginal à poupança (PMP)

A **propensão marginal à poupança** é o montante adicional que as pessoas destinam à poupança quando recebem uma unidade monetária adicional de rendimento. Corresponde à inclinação da curva de poupança, ou seja à derivada da função poupança.

$$\text{PMC} + \text{PMP} = 1$$

Alguns Conceitos Importantes

Multiplicador de Renda

Em Economia, o multiplicador é um fator de proporcionalidade que mensura quanto uma variável endógena muda em resposta a uma variação de algumas variáveis exógenas.

O Multiplicador de Renda mensura um impacto na renda devido uma variação no investimento.

$$M = \frac{1}{1 - PMC}$$



Como fazer para analisar um problema econômico?

Metodologia Econométrica

1 EXPOSIÇÃO DA HIPÓTESE ECONÔMICA

"Homens estão dispostos a aumentar seu consumo conforme sua renda aumenta, mas não na mesma proporção que o aumento na renda -Keynes."

2 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO DA TEORIA

É postulada então uma relação positiva entre consumo e renda, mas não é especificada a forma exata da relação funcional.

Considere a seguinte função consumo (Função Consumo Keynesiana): $Y = \beta_1 + \beta_2 X$, $0 < \beta_2 < 1$

Y = Despesas de consumo e X = renda.

Essa equação especifica que o consumo se relaciona linearmente à renda.

3 ESPECIFICAÇÃO DO MODELO ECONOMETRICO

- O modelo matemático da função consumo supõe que existe uma relação exata (determinística) entre o consumo e a renda.
- Contudo, as relações entre variáveis econômicas são, em geral, inexatas.
- Se coletarmos uma amostra e traçarmos um gráfico em que o eixo vertical representa o consumo e o eixo horizontal a renda, não devemos esperar que todas as observações da amostra se situem exatamente na reta dada pela equação de consumo.

Introdução

Para levar em conta as relações inexatas entre as variáveis é necessário modificar a função consumo:

$$Y = \beta_1 + \beta_2 X + \epsilon,$$

em que ϵ , conhecido como distúrbio ou erro, é uma variável aleatória que tem propriedades probabilísticas conhecidas.

O termo de erro, ϵ , pode representar os fatores que afetam o consumo, mas que não são levados em conta explicitamente.

Essa nova equação para o consumo é um exemplo de modelo de regressão linear.

A função consumo econométrica baseia-se na hipótese de que a variável dependente Y (o consumo) se relaciona linearmente com a variável explicativa X (a renda), mas que a relação não é exata, está sujeita a variações.

4 ESTIMAÇÃO DOS PARÂMETROS DO MODELO ECONOMETRICO

- Para estimarmos o modelo econométrico, ou seja, obtermos os valores de β_1 e β_2 é necessário coletar uma amostra de dados.
- Técnicas de análise de regressão são utilizadas para estimação dos parâmetros e obtenção da equação estimada.
- Suponha que as seguintes estimativas de β_1 e β_2 foram obtidas:

Equação estimada

$$\hat{Y}_t = -299,5913 + 0.7218X_t.$$

Introdução

Analisando a equação estimada, temos que:

- Para o período estudado, o coeficiente angular, ou seja, a taxa de variação do consumo por variação de uma unidade de renda, denominado na economia por **PMC** (propensão marginal a consumir) é de aproximadamente 0.72.
- Isto significa que, no período amostrado, um aumento de 1 real na renda, leva, **em média**, a um aumento de aproximadamente 72 centavos no consumo.
- Para verificar se o modelo ajustado é uma boa aproximação da realidade, é necessário a construção de testes e critérios para avaliar se as estimativas obtidas estão de acordo com as expectativas da teoria que está sendo testada.

Introdução

- Conforme observado na Hipótese, esperava-se que a **PMC** fosse positiva, mas menor que 1.
- Antes de aceitarmos o valor da **PMC** como uma confirmação da teoria do consumo keynesiana, é necessário verificar se esta estatística está suficientemente abaixo de 1 para nos convencer de que não é um resultado devido ao acaso ou uma peculiaridade dos dados utilizados.
- Segundo o economista Milton Friedman, uma teoria ou hipótese que não for verificável com evidências empíricas pode não ser admissível como parte de uma pesquisa científica.
- A confirmação ou refutação de teorias econômicas com base em evidências amostrais, se baseiam nas técnicas de inferência.

5 PREVISÃO

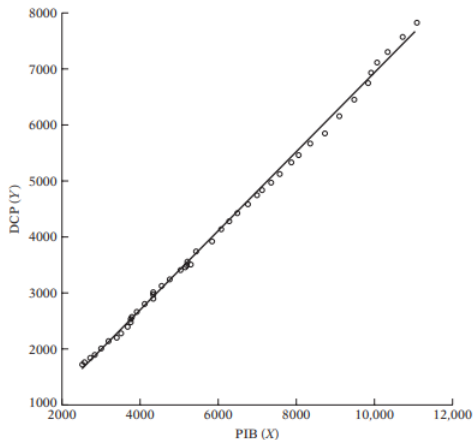
Se o modelo estimado não refutar a teoria considerada, podemos utilizá-lo para fazer previsão.

Considere por exemplo que desejamos prever as despesas médias de consumo para um ano após o período coletado. Suponha um valor do PIB para o ano desejado de \$11.319,4 bilhões.

$$\hat{Y} = -299,5913 + 0.7218 \times 11.319,4 = 7.870,7516$$

Introdução

- Digamos que o valor real dessas despesas, registrado no ano previsto, foi de **8.044 bilhões**, um erro de 1.5% do valor do PIB no ano utilizado para previsão.



Introdução

- O mesmo modelo pode ser usado agora para outro fim.
- Suponha que o presidente decida propor uma redução na alíquota do imposto de renda.
- Qual seria o efeito dessa medida sobre a renda e sobre as despesas de consumo?
- Suponha ainda, como resultado da mudança proposta pelo presidente, as despesas com investimento aumentem.
- A variação de um dólar nas despesas com investimento é dada pelo **Multiplicador de Renda - M**, $M = \frac{1}{1-PMC}$ que para esse exemplo, com a $PMC = 0.72$, é de 3,57.
- Ou seja, um aumento ou redução de 1 dólar no investimento levará a um aumento ou redução de mais de 3 vezes na renda.

5 USO DO MODELO PARA FINS DE CONTROLE OU DE POLÍTICA

- Suponha agora que o governo acredite que as despesas de consumo de cerca \$8.750 bilhões manterão a taxa de desemprego em cerca de 4,2% (no início de 2006). Que nível de renda garantirá essa meta de despesas de consumo?

$$8.750 = -299,5913 + 0.7218 PIB_{2006}$$

- Ou seja, um nível de renda de 1.2537 bilhões (PIB_{2006}), dada uma PMC de 0,72, gerará uma despesa de cerca de 8.750 bilhões.

Introdução



- O modelo estimado pode ser usado para fins de controle ou de formulação de políticas.
- Com uma combinação apropriada de políticas fiscais e monetárias, o governo pode manejar a variável de controle X para gerar o nível desejado da variável meta Y .

EXERCÍCIO 1.1: A Estrutura dos Dados Econômicos

Considere os exemplos abaixo. Qual técnica estatística você utilizaria para resolver os problemas listados nos exemplos?

- 1) O proprietário de uma franquia da Subway deve decidir o espaço que vai contratar para propaganda em um jornal local e, assim, precisa estimar a relação entre propaganda e vendas;
- 2) Um empresário quer decidir quanto de suas economias vai aplicar em um fundo de ações e quanto no mercado financeiro. Para isso ele precisa saber sobre o nível de atividade econômica, taxa de inflação e taxa de juros no seu horizonte de planejamento;
- 3) Um conselho de transporte público na cidade de João Pessoa deseja avaliar quanto o aumento nos preços das passagens afetará a proporção de pessoas que viajam de carro, ônibus e trens;

A Estrutura dos Dados Econômicos

- 4) Um empresário quer decidir quanto de suas economias vai aplicar em um fundo de ações e quanto no mercado financeiro. Para isso ele precisa saber sobre o nível de atividade econômica, taxa de inflação e taxa de juros no seu horizonte de planejamento;
- 5) O diretor executivo da Unilever deve estimar a demanda que haverá em dez anos para uma marca de sabão em pó, ao decidir quanto vai investir em uma nova fábrica e equipamentos;
- 6) O Sebrae deseja avaliar mensalmente dados sobre investimentos, vendas, lucros propaganda em um conjunto de 100 microempresas do estado da Paraíba.

A Estrutura dos Dados Econômicos

Os dados econômicos podem ser de vários tipos. As características especiais de alguns dados devem ser consideradas para escolha do método econométrico utilizado. A seguir apresentaremos alguns tipos de dados.

I Dados de Corte Transversal

Consiste em uma amostra de indivíduos, consumidores, empresas, municípios, estados, países ou uma variedade de outras unidades coletadas em determinado ponto no tempo.

Um exemplo é o censo demográfico que é feito a cada dez anos.

PERGUNTA: As diferentes variáveis coletadas podem corresponder a diferentes períodos nos conjuntos de dados de corte transversal?

A Estrutura dos Dados Econômicos

II Dados de Séries Temporais

Conjunto de observações dos valores que uma ou mais variáveis assumem ao longo do tempo.

Podem ser coletados em intervalos regulares (diariamente, semanalmente, mensalmente, anualmente,...)

Exemplos são preços de ações; PIB, Taxa de desemprego,...

Em geral não é possível assumir que as observações são independentes ao longo do tempo.

A Estrutura dos Dados Econômicos

III Dados em Paineis

São dados combinados nos quais as mesmas unidades em corte transversal (indivíduo, cidade,...) é pesquisada ao longo do tempo.

Consiste em uma série temporal para cada registro do corte transversal do conjunto de dados.

Um exemplo seria um censo habitacional em que é entrevistado para verificar se houve alguma alteração nas condições da residência e das finanças domiciliares nos anos de 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015, 2016 e 2017.

Corte Transversal

- Conjunto de dados de corte transversal para o ano de 1976 de 526 trabalhadores (Wooldridge 2008):

Número da observação	Salário por hora	Anos de escolaridade	Anos de experiência no mercado de trabalho	Feminino	Estado civil (casado)
1	3,10	11	2	1	0
2	3,24	12	22	1	1
3	3,00	11	2	0	0
4	6,00	8	44	0	1
5	5,30	12	7	0	1
...
525	11,56	16	5	0	1
526	3,50	14	5	1	0

Série Temporal

- Conjunto de dados de séries de tempo sobre efeitos do salário mínimo em Porto Rico (apud Wooldridge 2008):

Número da observação	Ano	Salário mínimo médio no ano	Taxa de trabalhadores cobertos pela lei de salário mínimo	Taxa de desemprego	Produto Nacional Bruto (PNB)
1	1950	0,20	20,1	15,4	878,7
2	1951	0,21	20,7	16,0	925,0
3	1952	0,23	22,6	14,8	1.015,9
...
37	1986	3,35	58,1	18,9	4.281,6
38	1987	3,35	58,2	16,8	4.496,7

Dados de Painel

- Conjunto de dados de painel sobre crime e estatísticas relacionadas em 1986 e 1990 em 150 cidades nos Estados Unidos (Wooldridge 2008):

Número da observação	Cidade	Ano	Homicídios	População	Desemprego	Polícia
1	1	1986	5	350.000	8,7	440
2	1	1990	8	359.200	7,2	471
3	2	1986	2	64.300	5,4	75
4	2	1990	1	65.100	5,5	75
...
297	149	1986	10	260.700	9,6	286
298	149	1990	6	245.000	9,8	334
299	150	1986	25	543.000	4,3	520
300	150	1990	32	546.200	5,2	493